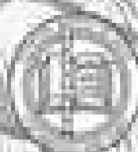
UNIVERSITATEA *SPIRU HARET*

CORNELIU STANCIU

INTRODUCERE ÎN PSIHOFIZIOLOGIE
Integrarea neuroendocrină

EDITURA FUNDAŢIEI  *ROMÂNIA DE MÂINE*

CUPRINS

REZUMATUL CURSULUI

I. **Noţiuni introductive**

- ***Definiţii*** :

– Neuropsihologia este ştiinţa interdisciplinară care se ocupă cu studierea *fenomenelor* psihice, ca *rezultate* ale activităţii *integratoare* a centrilor nervoşi superiori.

– Neurocibernetica este ştiinţa interdisciplinară care se ocupă cu studierea *proceselor* şi *mecanismelor* specifice sistemului integrator, care stau la baza achiziţiei, procesării, stocării şi utilizării informaţiei (sub formă de comenzi).

II. **Actul şi arcul reflex în integrare**

Funcţia de integrare a organismului este realizată de subsistemul neuroendocrin în baza mecanismului cunoscut sub denumirea de *act* reflex (neuroendocrin), care reprezintă o procesualitate ce excede calitativ conceptul cartezian. Suportul material la nivelul căruia se realizează această procesualitate poartă denumirea de *arc* reflex (neural, endocrin sau neuroendocrin). Arcul reflex este alcătuit din următoarele componente: *receptorul* – care, la impactul cu stimulul adecvat, gene-rează semnalul-informaţie (electroionic sau hormonal); *calea aferentă* – cu rol de canal purtător de semnale-informaţie spre componenta de procesare; *centrul reflex* – care procesează semnalele-informaţie şi generează semnalele-comenzi; *calea eferentă* – cu rol de canal purtător de semnale-comenzi spre componenta de execuţie a acestora; *efectorul* – care execută într-o modalitate adecvată comanda primită de la centru şi *aferentaţia inversă* – cu rol de canal purtător de semnale-informaţie spre centrul reflex despre modul în care efectorul a îndeplinit comanda primită, permiţând intervenţia corectoare a centrului în cazul apariţiei unor abateri în execuţia comenzii; prezenţa aferentaţiei inverse conferă arcului reflex valoarea unui sistem cu autoreglaj.

III. **Unitatea anatomo-funcţională a sistemului integrator**

Arcul reflex neural reprezintă unitatea anatomo-funcţională a subsistemului nervos şi nu neuronul, aşa cum în mod greşit se mai susţine încă. Greşeala provine din inconsecvenţa cu care sunt definite anumite noţiuni şi, nu de puţine ori, din faptul că mai există încă autori de lucrări ştiinţifice care, din lipsă unei concepţii unitare de gândire, nu pot atribui respectul cuvenit cuvântului scris. Prin *unitate anatomo-func-ţională* (şi nu structural-funcţională, sintagma fiind cel puţin o iteraţie) trebuie să se înţeleagă nu cea mai mică parte dintr-un întreg, ci *cea mai mică parte dintr-un întreg, la nivelul căreia se realizează funcţia între-gului care o cuprinde.* Cum funcţia subsistemului nervos este integrarea şi cum aceasta nu poate avea loc decât la nivelul arcului reflex, independent de gradul lui de complexitate, neuronul nu poate avea calitatea de unitate anatomo-funcţională. Din definiţia dată mai sus, rezultă că cel mai simplu arc reflex este format din cel puţin patru neuroni, între care se stabilesc trei sinapse neuro-neurale; se deduce de aici că nu există arcuri reflexe monosinaptice, ci numai polisinaptice. Ceea ce se consideră a fi un arc reflex monosinaptic nu reprezintă altceva decât o parte a adevăratului arc reflex. Neuronul este parte componentă a arcului reflex, desigur, principala, dar el singur nu poate asigura procesul integrării. Toţi neuronii, inclusiv cei specializaţi în secreţia de hormoni, aparţin categoriei de celule excitabile, alături de fibrele musculare, unele celule endocrine şi epitelio-senzoriale şi celu-lele ţesutului excitoconductor cardiac. Particularitatea acestei categorii celulare este reprezentată de capacitatea de a genera, la impactul cu stimulul, sau de a autogenera (celulele cardiace excito-conductoare, neuronii inspiratori bulbari cu automatism, unele fibre musculare netede din teritoriul visceral) o variaţie gravă a valorii potenţialului electroionic de repaus al membranei periplasmatice, în consecinţa căreia răspunsul celular specific devine iminent.

IV. **Tipuri de arcuri reflexe**

Toate arcurile reflexe care intră în alcătuirea subsistemului nervos sunt duble, aceasta în sensul că fiecare arc reflex se închide, succesiv, în doi centri nervoşi de decizie: unul subcortical, care asigură realizarea *rapidă* şi *standardizată* a acţiunii de răspuns şi altul cortical, care asigură

realizarea acţiunii de răspuns *nestandardizată* (modulară), în conformitate cu toate circumstanţele semnificative ale momentului şi locului. Dacă actul reflex care se închide în primul nivel de decizie (subcortical) este involuntar, inconştient, dar conştien-tizabil ulterior, actul reflex care se închide la al doilea nivel de decizie (cortical) este întotdeauna voluntar şi conştient de la început. De asemenea, toate actele comportamentale se realizează pe baza funcţionării unor arcuri reflexe, chiar dacă gradul înalt de comple-xitate al acestora scapă observaţiei şi analizei noastre. Când facem referire la acte reflexe simple, spunem că ele au fost determinate de un anumit stimul, iar când ne referim la acte comportamentale complexe, spunem că ele au fost determinate în baza anumitor motivaţii; distinc-ţia este, în mare măsură, de natură formală. Desigur, de aici nu trebuie să se extragă concluzia greşită că între stimul şi motivaţie nu facem distincţia ce o impune complexitatea mai mare a celei din urmă.

V. **Funcţiile neuronului**

Între miliardele de neuroni care compun subsistemul nervos nu găsim nici unul care să nu fie implicat – într-un moment sau altul – în cel puţin un arc reflex; acelaşi neuron, în situaţii diferite, poate intra în alcătuirea mai multor arcuri reflexe. Oricare neuron, independent de zona unde este situat, deţine două funcţii de bază: excitabilitatea (conductibilitatea fiind o funcţie derivată din aceasta) şi secreţia. În ultimă şi succintă analiză, excitabilitatea reprezintă o măsură a vulne-rabilităţii neuronului (ca şi a tuturor celulelor excitabile) faţă de acţiunea factorilor excitanţi. Ca oricare altă celulă, neuronul, împreună cu lichidul interstiţial, formează un sistem termodinamic. Sistemul termodinamic este alcătuit dintr-o componentă cu evoluţie lentă a parametrilor de stare şi o alta cu o evoluţie rapidă a propriilor para-metrii de stare; când vitezele de evoluţie ale parametrilor de stare ai celor două componente devin comparabile, sistemul termodinamic îşi încetează existenţa; în timp ce una dintre componente (mediul) se află într-o anumită stare, cea de a doua (celula) trece printr-o mulţime de stări posibile; viaţa biologică este condiţionată în mod esenţial de existenţa sistemului termodinamic celulă-mediu. Acest fapt implică şi recunoaşterea neidentităţii de compoziţie chimic-biochimică a celor două medii: lichidul citoplasmatic şi lichidul interstiţial; identitatea de compoziţie dintre acestea (echilibrul termodinamic) echivalează cu dispariţia sistemului termodinamic, adică cu moartea celulei. Evitarea acestui pericol cade, în primul rând, în sarcina membranei neuronale, care este prevăzută cu mecanisme de transport selectiv între cele două medii. Acţiunea oricărei variaţii semnificative a unor factori de mediu (excitanţi) determină deschiderea canalelor transmembranare (canale ionice) şi îndreaptă sistemul viu (celula) spre moarte. În faţa unui asemenea pericol, neuronul (celula excitabilă, în general) nu are de ales, pentru a-şi salva viaţa, fiind obligat să reacţioneze (să răspundă) prin refacerea neidentităţii de compoziţie chimică între citoplasmă şi lichidul interstiţial, concomitent cu reînchiderea canalelor deschise de stimul. Pompa de Na+-K+ reprezintă mecanismul prin care se realizează atât refacerea compoziţiei chimice (ionice) a citoplasmei – aceasta în mod direct –, cât şi reînchiderea canalelor ionice, în mod indirect, prin intermediul antiportului Na+/H+. De la momentul deschiderii canalelor ionice de către stimul şi până la reînchiderea lor şi refacerea asimetriei chimice citoplasmă-mediu, prin intermediul unor mecanisme consumatoare de energie (pompe ionice), trece un interval de timp de aproximativ două miimi de secundă (pentru neuron şi fibra musculară scheletică); eveni-mentele electroionice care au loc în acest interval dau conţinut potenţialului de acţiune. Mai mult de 2/3 din acest interval de timp neuronul este inexcitabil (excitabilitate nulă), având canalele ionice deschise; rămânând sub incidenţa legilor fizico-chimice, ionii Na+ pătrund pasiv în citoplasmă (faza ascendentă a potenţialului de acţi-une), iar ionii K+ ies pasiv în interstiţiu (faza descendentă pasivă a potenţialului de acţiune). Cea de a doua proprietate a neuronilor este secreţia (sinteza şi eliberarea) de mediatori şi neuromodulatori; neuro-secreţia de hormoni nu reprezintă decât o specializare pe o altă direcţie, dezvoltată din ceea ce este general valabil la oricare neuron. Abundenţa ergastoplasmei în neuroni dovedeşte că aceştia sunt celule prin excelenţă secretorii.

VI. **Proprietăţile neuronului. Relaţii interneuronale**

Excitabilitatea (ca şi conductibilitatea), ca proprietate esenţială a neuronului, este condiţionată de funcţionarea canalelor ionice *aflate în starea închisă*. Canalul ionic este format din patru subunităţi proteice lungi, dispuse paralel şi diametral unele faţă de altele, astfel încât să delimiteze între ele un spaţiu canalicular cu diametrul de aproximativ 8 Å. Subunităţile străbat grosimea membranei de la o faţă la alta, astfel încât lungimea canalului depăşeşte cu puţin grosimea acesteia (100 Å). Atunci când canalul este deschis, citoplasma comunică liber cu lichidul interstiţial, permiţând mişcarea prin el a tuturor moleculelor şi ionilor ale căror dimensiuni sunt inferioare diametrului acestuia. Starea deschisă a canalului este una tranzitorie şi de foarte scurtă durată, aceasta deoarece libera comunicare dintre cele două medii îndreaptă neuronul spre moarte prin egalizarea concentraţiilor ionilor şi moleculelor mici de cele două părţi ale membranei. În timpul unui potenţial de acţiune, în baza gradienţilor electrochimici proprii, ionii Na+ pătrund în citoplasmă, iar ionii K+ ies în interstiţiu, ceea ce afectează grav, în primul rând, activitatea enzimelor implicate în metabolism. În aceste condiţii de maximă gravitate, neuronul angajează pompa de Na+-K+, care – cu consum de energie (ATP) – scoate la exterior ionii Na+ şi reintroduce în citoplasmă ionii K+, până la refacerea stării iniţiale.

Un canal ionic deţine o singură stare deschisă şi mai multe stări închise; când canalul ionic este deschis, excitabilitatea este nulă (perioada refractară absolută), iar când este închis, ea poate lua orice valoare cuprinsă între o limită minimă (atunci când fermitatea închiderii este maximă) şi una maximă (atunci când fermitatea închiderii este minimă). Excitabilitatea nu este o constantă neuronală, ci valoarea ei este funcţie de gradul de fermitate a închiderii canalului ionic, fermitate ce poate varia, la acelaşi neuron, de la un moment la altul; când fermitatea închiderii este redusă, deschiderea canalului ionic poate fi realizată de un stimul cu intensitate mică, iar când fermitatea închiderii este crescută, deschiderea nu poate fi realizată decât de stimulii cu intensitate corespunzător mai mare. Dar, excitabilitatea neuronului variază şi în funcţie de alte variabile: densitatea canalelor ionice, viteza de lucru a pompei de Na+-K+, concentraţia externă a ionilor K+, temperatura mediului extern, nivelul de moment al metabolismului energetic etc.

Obligaţi la interrelaţii funcţionale complexe, neuronii se leagă între ei (precum şi cu efectorii) prin intermediul sinapselor. Prezenţa acestora determină polarizarea funcţională a oricărui neuron.

Oricare sinapsă este caracterizată de o dinamică accentuată (plasticitate) atât în plan anatomic, cât şi funcţional, ceea ce face ca la nivelul ei să aibă loc o serie întreagă de procese implicate în codifi-care-recodificare a semnalelor, în memorie etc. Plasticitatea sinapselor este accentuată şi în privinţa tipului de neuromesager eliberat, deşi această specificitate vizează programul genetic al neuronului pre-sinaptic şi nu sinapsa în sine, neuron care, într-o anumită etapă, colinergic fiind, poate deveni, în anumite circumstanţe, adrenergic, sau chiar producător de neuromesager inhibitor. De aici se desprinde concluzia că în programul genetic al oricărui neuron există posi-bilitatea, sub formă de potenţialitate, de sintetizare a oricărui neuromesager.

În afara relaţiilor prin intermediul sinapselor, neuronii învecinaţi stabilesc între ei şi relaţii nonsinaptice (electrotonice), prin intermediul cărora îşi condiţionează reciproc starea de excitabilitate. Este vorba de transmisia efaptică, implicată atât în procesele de propagare pe fibre vecine, cât şi în procesele de iradiere a excitabilităţii la nivelul centrilor nervoşi. Prin această din urmă implicaţie se asigură condiţionarea reflexă în primele ei faze. Iminenţa transmisiei efaptice la nivelul fibrelor şi la nivelul centrilor nervoşi condiţionează dispunerea atât a axonilor şi dendritelor în cadrul nervilor spinali şi cranieni, cât şi dispunerea în spaţiu a corpilor celulari în centrii nervoşi.

VII. **Circuite neuronale**

Înlănţuirea neuronilor respectă o anumită logică funcţională, astfel încât putem distinge mai multe tipuri de circuite: lineare, convergente, divergente, reverberante etc. şi combinaţii între acestea. Circuitele reverberante, întâlnite cu precădere în formaţia reticulată, sunt implicate nu numai în întreţinerea tonusului funcţional al altor centrii (de ex.sistemul activator), ci şi în memoria de scurtă durată. Viteza de circulaţie a potenţialelor de acţiune pe asemenea circuite este determinată, în primul rând, de numărul de sinapse din circuit, sinapse la nivelul cărora întârzierea

este remarcabilă (în medie 0,5 miimi de secundă), întrucât viteza de propagare pe filetele axonice şi dendritice, care poate depăşi 500 Km/h, poate fi neglijată, având în vedere dimensiunile corpului omenesc. Prin numărul şi dispoziţia în spaţiu a sinapselor, ca şi prin ordinea în timp a intrării lor în funcţie, circuitele neuronale pot asigura o serie întreagă de modalităţi de codifi-care a mesajelor neuronale (sumare, ocluzie, facilitare etc.).

VIII. **Centrii nervoşi**

Corpii celulari ai neuronilor se grupează în formaţiuni cenuşii, care poartă denumiri diferite, în general, după criterii mai puţin ştiinţifice. Asemenea grupări nu se realizează în mod aleatoriu, ci în baza unor criterii funcţionale (inclusiv criteriul bazat pe posibilitatea transmisiei efaptice) şi cu respectarea principiului „cu material puţin, maximum de eficienţă”. Dacă oricare *centru nervos* este o grupare de corpi celulari, nu oricare grupare de corpi celulari are valoare de centru nervos. Gruparea de corpi celulari neuronali, la nivelul căreia au loc procese de achiziţie, prelucrare şi stocare de informaţii privitoare la o anumită categorie de stimuli, precum şi procese de elaborare, modulare şi corectare a comenzilor destinate unei categorii determinate de efectori, constituie o formaţiune cenuşie cu valoare de centru nervos. Restul aglomerărilor de corpi celulari, care nu îndeplinesc aceste funcţii, reprezintă formaţiuni necentrice, cu caracter auxiliar, chiar dacă de importanţă majoră în funcţionarea centrilor nervoşi propriu-zişi. În această categorie se includ, printre alte formaţiuni cenuşii, ganglionii de pe traiectul nervilor senzitivi spinali şi cranieni, ganglionii de pe traiectul nervilor efectori simpatici şi parasimpatici etc. Noţiunea de centru nervos implică, desigur, o delimitare nu numai anatomică, ci şi funcţională a aglomerării de corpi celulari şi, pe această bază, s-a ajuns cu uşurinţă la exagerarea lucrurilor, până la admiterea localizării stricte în centrii a anumitor funcţii, ca şi când sistemul nervos ar fi o asociere sumativă, un conglomerat de centrii cu autonomie funcţională reală. Localizaţionismul dus dincolo de limitele admisibile – din nefericire, revigorat în prezent – nu face decât să prejudicieze latura conceptuală a domeniului şi, implicit, să reducă, în sfera medicală, eficienţa actului terapeutic. De aici nu trebuie să se extragă concluzia greşită că pledăm pentru considerarea sistemului nervos ca un sumum de centrii nervoşi egali în importanţă şi omnipotenţi. El reprezintă o *asociere integrativă* de centrii cu potenţialităţi multiple, chiar dacă, în anumite condiţii – cele normale din perspectivă statistică –, ei se dovedesc specializaţi în realizarea unor categorii de funcţii şi capabili să se substituie – între anumite limite – reciproc. Pierderea din vedere a caracterului profund *unitar* al sistemului nervos a condus, spre exemplu, la afirmaţia – nu de multă vreme vehiculată – că cel mai sofisticat computer pe care omul şi-l poate imagina, nu echivalează nici măcar cu un centimetru pătrat din cortexul cerebral, neglijându-se realitatea că, nu numai un centimetru pătrat, dar chiar cortexul cerebral în întregime, fără celelalte componente ale sistemului, nu reprezintă nici o valoare funcţională pentru organism. Centrii nervoşi sunt, de regulă, ierarhizaţi valoric de către diverşi specialişti după importanţa pentru organism a funcţiilor pe care se consideră că le controlează, neglijându-se realitatea că, în faţa *vieţii trăită la modul propriu*, funcţiile organismului deţin aceeaşi valoare. Că o anume ierarhizare a centrilor nervoşi este nu numai posibilă, ci şi necesară, reprezintă un adevăr incontestabil. Ne vom referi la un singur şi edificator exemplu: cortexul cerebral (neo- şi paleocortexul) ocupă locul prim într-o ierarhie posibilă nu pentru că răspunde de integrarea celor mai importante funcţii ale organismului, ci pentru că el reprezintă sediul central unde converg informaţiile provenite *de la toţi receptorii* din organism, fără nici o excepţie, el trimite comenzi – direct sau indirect – *la toţi efectorii*, pentru că *deţine numărul maxim de neuroni de asociaţie* şi pentru că neuronii ce îl compun sunt *dispuşi în suprafaţă* şi nu în volum, ceea ce conferă mult mai multiple posibilităţi de interconectare sinaptică şi nonsinaptică (efaptică).

După cortexul cerebral (neo şi paleocortex), locul al doilea în ierarhie este ocupat de hipotalamus, chiar dacă nu considerăm relaţia lui anatomo-funcţională cu paleocortexul, întrucât acesta are relaţii cu mulţi receptori şi efectori. Denumirea de diencefal, în care acesta este cuprins alături de talamus, deţine un prefix care trebuie înţeles nu atât ca „dublu”, cât ca „al doilea” (ca importanţă într-o asemenea ierarhie posibilă), chiar dacă, *ab initio*, sensul era cel dintâi.

IX. **Iradierea şi concentrarea excitabilităţii. Condiţionarea reflexă**

În baza relaţiilor nonsinaptice, între diversele zone ale centrilor nervoşi se stabilesc raporturi funcţionale prin intermediul modificărilor de excitabilitate. Astfel, un focar de excitaţie apărut într-o anumită zonă a unui centru, determină în jur, pe o distanţă proporţională cu inten-sitatea excitaţiei, o creştere a excitabilităţii neuronilor, în prima fază, şi o scădere a acesteia, în faza a doua. Este vorba despre inducţia simultană pozitivă, în prima fază şi negativă în cea de a doua. Fenomenul se explică prin transmisia numită efaptică şi poate fi mai uşor înţeles dacă facem referire la cortexul cerebral (deşi fenomenul este prezent la nivelul oricărui centru, inclusiv la nivelul centrilor medulari). Să considerăm o porţiune plană din scoarţa cerebrală, alcătuită din corpi celulari neuronali care au aceeaşi valoare a potenţialului de repaus (aceeaşi excitabilitate), în mijlocul căreia un grup de câţiva neuroni sunt depolarizaţi de semnale sosite aici de la câmpul receptor propriu. Depolarizarea acestora se concretizează în negativarea electroionică a suprafeţelor lor externe, datorită prezenţei aici a ionilor de clor, rămaşi după influxul de sodiu. Ne aflăm, astfel, în faţa unei zone plane electropozitive (neuroni cu canalele ionice închise la acelaşi grad de fermitate), în centrul căreia se află o zonă restrânsă electronegativă (focar excitat, în care neuronii au excitabilitate nulă). Este esenţial să precizăm care sunt purtătorii de sarcină de la suprafeţele externe ale neuronilor din cele două zone, cea centrală (focar) şi cea periferică, precizare pe care cei mai mulţi specialişti o ignoră. Pe suprafaţa externă a neuronilor din focar, sarcinile negative sunt purtate de ionii Cl-, iar pe suprafaţa externă a neuronilor din jur sarcinile pozitive sunt purtate de ionii H+ şi ionii Na+. Între ionii de semn contrar se exercită reciproc forţe de atracţie electrostatică; dat fiind faptul că fiecare dintre cei trei purtători de sarcină exercită o forţă a câmpului egală cu unitatea, ionul de Cl- atrage cu forţă egală atât ionul H+, cât şi ionul Na+, după cum fiecare dintre aceştia din urma atrage cu aceeaşi forţă ionul Cl-. Insă, întrucât dimensiunile şi mobilităţile celor trei ioni în soluţie sunt diferite, primul şi singurul care se va deplasa va fi cel mai mic şi mai mobil, adică ionul H+. Deplasarea spre focarul negativ a ionilor H+ de pe feţele externe ale membranelor neuronilor din zonele pozitive din jur duce la creşterea valorii pH la suprafaţa acestora şi, în consecinţă, la reducerea caracterului bazic al capetelor externe ale subunităţilor proteice ale canalelor ionice, la slăbirea legăturilor ionilor Ca++ şi, deci, la deschiderea unui anumit număr subcritic de canale de Na+-K+ în aceste zone. Deşi forţa câmpului negativ din focarul de excitaţie se exercită la infinit, valoarea ei scade cu pătratul distanţei. Din acest motiv, negativitatea focarului va disloca de pe suprafeţele externe ale neuronilor celor mai apropiaţi un număr mai mare de ioni H+, ceea ce va duce la deschiderea aici a unui număr de canale suficient pentru a determina la aceşti neuroni o scădere apreciabilă a valorii potenţialului de repaus (de la -80 mV la -70 mV, de exemplu) şi o creştere corespunzătoare a excitabilităţii, în timp ce de pe suprafeţele externe ale neuronilor, din ce în ce mai îndepărtaţi de focar, numărul de canale ionice deschise se reduce din ce în ce mai mult şi excitabilitatea va creşte tot mai puţin faţă de cea iniţială (corespun-zătoare potenţialului de repaus de -80 mV). Acesta este fenomenul de *iradiere a excitabilităţii* (şi nu a excitaţiei, cum în mod greşit încă se afirmă) în centrii nervoşi. Datorită faptului că focarul determină deschiderea unui număr subcritic de canale ionice, în citoplasma neuronilor din jur va pătrunde un număr corespunzător de ioni Na+, afectând homeostazia în plan ionic. În consecinţă, pompa de Na+-K+, în calitatea ei de mecanism homeostazic, îşi va intensifica activitatea, tinzând să refacă starea iniţială.

Dacă pe scoarţă (sau în alţi centri nervoşi, inclusiv în măduvă) apar concomitent două focare de excitaţie, atunci, în faza de iradiere, neuronii aflaţi pe linia dreaptă ce uneşte cele două focare vor suferi o creştere a excitabilităţii egală cu suma efectelor produse de cele două focare. Dacă se repetă de mai multe ori stimularea în parte conco-mitentă (unul dintre stimuli anticipând pe următorul), neuronii aflaţi pe linia dreaptă dintre cele două focare vor „memora” pentru un timp efectele creşterii mai mari a excitabilităţii, astfel încât, la un moment dat, aplicarea numai a celui dintâi stimul va determina apariţia reacţiei de răspuns specifică celui de al doilea focar. Principial, aceasta este baza condiţionării reflexe de tip pavlovian. Considerăm important să subliniem că *repetarea* aplicării celor doi stimuli (condiţionat şi necondiţionat) nu este o condiţie obligatorie pentru elaborarea condi-ţionării reflexe; o singură asociere a acestora este suficientă în cazul în care

semnificaţia stimulului necondiţionat este vitală pentru organism. Desigur, condiţionarea reflexă se poate realiza şi cu un număr mare de focare (generate de stimuli aplicaţi într-o anume ordine), aşa cum – de regulă – se întâmplă în viaţa reală. Acestea sunt stereotipurile, care nu sunt rigide, ci dinamice.

X. **Comportamentele**

Comportamentele se bazează pe aceleaşi activităţi reflexe, dar, în toate cazurile, ele reprezintă rezultante ale structurării complexe a componentelor necondiţionate şi condiţionate, structurare în care este profund implicată şi contribuţia profilului hormonal al individului. Oricare comportament este determinat de o motivaţie, independent de faptul că ea este sau nu conştientizată în timp real.

Fiinţa umană este o entitate şi în ea se reflectă, ca dimensiuni proprii, cele patru direcţii ale ambientului fiinţării; fiinţa umană este, deci, quadridimensională. Din acest motiv, integrarea fiinţei umane nu poate fi gândită decât ca o procesualitate unică şi unitară, chiar dacă, funcţie de circumstanţe, ea deţine o finalitate dominantă într-o direcţie sau alta. Dacă, spre exemplificare, vom considera integrarea în direcţie biologică, vom observa, la o analiză mai atentă, că ea – deşi deţine o finalitate principală de acest ordin – deţine şi finalităţi care vizează, în grade diferite, atât direcţiile psihologică şi culturală, cât şi direcţia socială. Mai mult chiar, integrarea într-o anumită direcţie – socială, spre exemplu – se poate realiza prin apelarea – în mod explicit, ca pretext – la integrarea pe o alta direcţie – biologică, spre exemplu; este cazul dineului de afaceri.

Integrarea fiinţei umane în oricare dintre cele patru direcţii ale fiinţării întru devenire se realizează în baza aceluiaşi principiu cibernetic – actul de tip reflex – şi urmăreşte, aceeaşi finalitate, optimul entropic, chiar dacă modalităţile şi mijloacele concrete sunt diferite. Homeostazia, ca stare generală care exprimă nivelul optim al entropiei, poate fi afectată pe numeroase căi, aparţinând uneia sau alteia dintre cele patru direcţii. Independent de calea afectării şi de sfera (direcţia) din care provine, creşterea entropiei este sesizată la nivel cortical (cu participarea centrilor subiacenţi şi a subsistemului endocrin) sub forma unor *senzaţii* specifice sau a unor *stări* mai mult sau mai puţin generalizate, fiecare anunţând, în fapt, apariţia unei anumite *necesităţi* în una din cele patru direcţii. *Satisfacerea necesităţii* apărute, prin care nivelul entropiei este readus la valoarea optimă, se instituie ca *motivaţie* ultimă a comportamentelor, declanşate şi întreţinute prin mecanisme neuroendocrine. O dată cu satisfacerea necesităţii, entropia este readusă la valoarea ei optimă şi aceasta este sesizată, tot la nivel cortical, sub forma unor senzaţii şi/sau stări opuse ca semnificaţii celor dintâi. Starea de disconfort, de o anume nelinişte resimţită la apariţia necesităţii nu reprezintă decât expresia în plan psihic a creşterii entropiei, aşa după cum starea de confort, de o anume împăcare resimţită în timpul şi după satisfacerea necesităţii este expresia în acelaşi plan a revenirii entropiei la nivel optim.

Cele patru dimensiuni ale fiinţei umane – biologică, psihologică, socială şi cultu-rală – se dezvoltă în ontogenie în baza tot atâtor determinări omonime (direcţiile fiinţării întru devenire). În fapt, dezvoltarea lor progresivă are loc prin procese unitare de integrare a fiinţei umane în sferele *vieţuirii* (biologică), *reflectării raţional-afective* (psihologică), *coexistenţei pe bază de norme* (socială) şi a *valorizării prin creaţie* (culturală). Deşi comune tuturor fiinţelor umane, cele patru dimensiuni cunosc o dezvoltare cu accentuate diferenţieri individuale, cauzele fiind de natură atât genetică, cât şi educaţională. Determinările genetice, reprezentând doar *potenţialităţi* pentru devenirea fiinţei umane, sunt puse în valoare în cadrul procesului de instruire şi educare (învăţare). Cu toate că învăţarea poate fi considerată, din perspectiva fiziologică, drept un rezultat al integrării în planuri multiple – integrare bazată pe mecanisme de tip reflex –, din perspectiva generală a fiinţei umane ea nu poate fi redusă la simpla sumă a rezultatelor integrării în cele patru direcţii ale existenţei şi devenirii. Achiziţia şi stocarea informaţiilor nu sunt decât premise ale învăţării, procesul în sine constând în *prelucrarea specifică* la nivel cortical – nivel condiţionat atât de activitatea centrilor subiacenţi, cât şi de aceea a subsistemului endocrin – a informaţiilor provenind din cele trei segmente temporale : prezent – cele receptate actual, trecut – cele stocate în memorie şi viitor – cele anticipate (prevăzute). În consecinţa unei astfel de prelucrări sunt elaborate comenzi ce se concretizează nu numai în acte comportamentale reci, ci şi în efecte calde, de natură psiho-afectivă. Acestea din urmă, la rândul lor, nu sunt o simplă

„coloratură” a comportamentelor, ci *componentele lor intrinseci*. Ele constituie, pe de o parte, modalităţi hedonice de evaluare a acţiunii, pe lângă cele pur praxiologice şi, pe de altă parte, mijloace interioare de întreţinere şi dezvoltare a motivaţiilor, pe lângă cele exterioare.

XI. **Structura fiinţei umane**

Dezvoltarea *dimensiunii* psihologice a fiinţei umane, deşi este un proces unitar şi fluent, poate fi împărţită în trei etape în funcţie de prevalenţa uneia sau alteia dintre determinările sale. Într-o primă etapă, ea se datorează exclusiv raporturilor dintre cerinţele biologice (ale Sinelui dat genetic) şi normele socioculturale. Întrucât normele au un pronunţat caracter restrictiv faţă de cerinţe, aceste raporturi au o preg-nantă tentă conflictuală, generatoare, în plan psihic, a sentimentului de frustrare. Valoarea forţei cu care se revendică satisfacerea cerinţelor biologice fiind o particularitate individuală, determinată genetic, intensitatea sentimentului de frustrare la impactul cu norma socio-cul-turală va fi direct proporţională cu aceasta. Într-o asemenea etapă, norma este respectată numai întrucât ea este impusă. În etapa a doua, dezvoltarea dimensiunii psihologice, deja apărută, are loc preponderent în baza raporturilor specifice dintre cerinţele acesteia (ale Eului deja constituit) şi normele socioculturale care, pe măsură ce îşi dezvăluie bogăţia de semnificaţii şi caracterul raţional, sunt integrate progresiv acestei dimensiuni, ele devenind elemente constitutive proprii şi operaţionale pentru individ. În această etapă, norma este respectată numai întrucât îşi dovedeşte raţional utilitatea (necesitatea). Respectarea normei devine, astfel, din impusă, liber consimţită şi intensitatea sentimentului de frustrare se estompează. În fine, în a treia etapă, dezvoltarea în continuare a dimensiunii psihologice devine o dezvoltare exclusiv intrinsecă, lăuntrică, deci, o autodezvoltare în baza raporturilor interne specifice dintre cerinţe, în general (biologice, psihologice, sociale şi culturale) şi normele socioculturale *interiorizate* şi, astfel, transformate în „bunuri” proprii (constituirea Supraeului). În această etapă, respectarea normei devine o chestiune nu numai liber, ci şi cu bucurie consimţită, întrucât norma acţionează acum din interior, unde ea a fost integrată în structurile specifice ale nivelului psiho-raţional. Fiinţa umană devine astfel *fiinţă morală*. Respectarea normei devine o problemă de *necesitate interioară*, deoarece numai astfel se asigură, pe acest plan, valorizarea Eului în ochii proprii şi ai celorlalţi. Din aceleaşi motive, respectarea normei, care în prima etapă genera un vădit sentiment de frustrare, va genera acum un sentiment de împlinire, de satisfacţie. Dezvoltarea dimensiunii psihologice prin traversarea celor trei etape şi împlinirea *integrală* a conţinutului fiecăreia reprezintă cazul cel mai fericit, aproape de idealul fiinţei umane. În realitate, însă, indivizii umani se situează la distanţe diferite de acesta, întrucât dezvoltarea dimensiunii psihologice este în mai mare măsură dependentă de *calitatea normelor* şi de *modul în care ele sunt aplicate*, decât de forţa cu care se revendică cerinţele; în mai mare măsură, dar nu exclusiv. Tocmai din acest motiv subliniam mai sus că nu este posibilă o corelare a fiecărei etape de dezvoltare a Eului cu anumite etape ale vârstei biologice. Există indivizi maturi, chiar vârstnici care au rămas doar la nivelul de dezvoltare specific primei sau, cel mult, celei de a doua etape, după cum există indivizi tineri, adolescenţi chiar, care, în precocitatea lor ce s-a întâlnit în mod fericit cu un cadru sociocultural adecvat, au reuşit să străbată toate cele trei etape, rămânând ca, în continuare, ei nu numai să le împlinească integral conţinutul, ci şi să-l îmbogăţească.

XII. **Aspecte ontogenetice**

Dacă *dezvoltarea* dimensiunii psihologice este un proces complex ce se desfăşoară postnatal, *geneza* acesteia are loc încă în viaţa intrauterină, la un moment în care subsistemul nervos atinge un anumit nivel de structurare (nu numai de alcătuire !). Geneza în perioada intrau-terină se datorează, cel mai probabil, unor forme simple de trăire a stărilor de confort şi disconfort cu origine în planul biologic, al cărui nivel entropic poate fi situat la o valoare optimă sau uşor crescută. Nu poate fi exclusă, în această etapă, nici contribuţia unor senzaţii (proprio-ceptive, labirintice, tactile şi, posibil, gustative), chiar dacă acestea sunt mai puţin discrete decât cele din perioada postnatală. Este posibil, de asemenea, ca unele elemente constitutive ale acestor trăiri să fie stocate ca atare în memorie, ele formând primul sistem de referinţă la care vor fi raportate apoi primele informaţii externe din timpul parturiţiei şi imediat după aceasta. Ca urmare, se poate spune că fiinţa umană nu vine pe lume doar cu

o singură dimensiune – cea pur biologică. Mai mult chiar, la naştere scoarţa cerebrală are preformate anumite arhetipuri de gândire, ca primordii pentru dezvoltarea ulterioară în această direcţie. Unor astfel de realităţi este greu să le stabilim determinările şi mecanismele de apariţie. Oricum, aceste arhetipuri trebuie considerate exclusiv ca *potenţialităţi* şi nu ca forme ale unei „eredităţi" sociale şi culturale cu un conţinut de norme concrete. Ar fi, însă, greşit să considerăm că fiinţa umană vine pe lume ca entitate biologică desă-vârşită şi că dezvoltarea ei ulterioară ar interesa doar celelalte trei dimensiuni, date prin naştere ca potenţialităţi. În fapt, fiinţa umană deţine la naştere toate cele patru dimensiuni în formele lor incipiente, de start, pentru dezvoltarea lor ulterioară.

În plan pur biologic, unele funcţii – cum sunt respiraţia şi digestia – încep abia imediat după actul parturiţiei, în timp ce o alta – funcţia de reproducere – devine actuală mult mai târziu. Însăşi funcţia de integrare în sfera biologică este precară în plan intern şi aproape exclusiv potenţială în plan extern (totala neajutorare a noului născut). Faptul că fiinţa umană vine pe lume cu cele patru dimensiuni doar în formele lor incipiente şi potenţiale şi, din acest motiv, inoperante la parametrii valorici specifici, constituie, desigur, un mare dezavantaj. Nu de puţine ori se afirmă – cu real temei – că fiinţa umană este, la naştere, cea mai neajutorată şi, din acest motiv, considerată – fără temei real – ca involuată în acest stadiu, comparativ cu speciile de animale superior organizate. În realitate, acest dezavantaj nu este pentru fiinţa umană decât tributul plătit pentru propria sa superioritate derivată din capacitatea de a raţiona. Raţiunea – specific umană –, dezvoltată, prin mecanisme încă necunoscute, din inteligenţa proprie şi animalelor superioare, a transformat lumea înconjurătoare dintr-un ambient limitat într-un univers dezmărginit. Cât este ea – raţiunea – un rezultat al reflectării acestui univers şi cât este ea un dat pentru reflectarea acestuia, reprezintă o chestiune discutabilă ce nu trebuie gândită unilateral şi în sincronism, ci contextual şi în diacronism, devenirea lumii înseşi fiind rezultatul unei evoluţii teleonomice. Universul existenţial al fiinţei umane este nu numai nemărginit în spaţiu, ci şi infinit variabil în conţinut, el aflându-se dintotdeauna, dar, mai cu seamă, după apariţia omului, într-o permanentă transformare (antro-pizarea ambientului). În aceste condiţii, integrarea raţională a fiinţei umane devine un proces nu numai cu o complexitate maximă, ci şi cu o dinamică accentuată.

XIII. **Integrarea fiinţei umane**

În conformitate cu mecanismul unic – actul reflex (considerat în sens cibernetic şi nu exclusiv fiziologic) –, integrarea fiinţei umane reprezintă o procesualitate informaţională interactivă desfăşurată la nivelul unor ansambluri organale unitare, alcătuite şi structurate pe un principiu comun – acela al reflectării *active, conştiente şi raţionale*. Un asemenea ansamblu unitar prezintă o *intrare*, la nivelul căreia sunt generate – sub impactul stimulului specific – informaţiile actuale din mediul extern şi/sau intern, un *centru,* la nivelul căruia există şi se dezvoltă un *stoc informaţional de referinţă,* constituit prin învăţare mijlocită (educaţie şi instruire) şi nemijlocită (experienţa proprie) şi unde au loc *prelucrarea informaţiilor* şi *elaborarea comenzilor* şi o *ieşire,* la nivelul căreia comenzile sunt materializate în *reacţii de răspuns* şi *acte comportamentale*. În acelaşi timp, stocul informaţional de referinţă (memoria individuală) poate constitui şi *în sine* o sursă de comenzi, fără participarea informaţiilor actuale, elaborarea lor având, în acest caz, o motivaţie interioară cu origine în acelaşi stoc, întrucât permanenta restructurare a informaţiilor depozitate în memoria indivi-duală generează efecte cu caracter nu numai *retroactiv,* ci şi *anticipativ* (proiectiv). Încât, prin prelucrarea raţional-afectivă (cele două emisfere cerebrale fiind specializate în aceste două direcţii) a informaţiilor din stoc, se poate ajunge la structuri sui-generis fără un corespondent direct în realitatea trecută, trăită mijlocit sau nemijlocit. Acest proces dă conţinut ideatic celor ce va să vină, realităţii dorite, adică *imaginaţiei.* Forma concretă în care acest conţinut se exprimă diferă de la un individ la altul funcţie, în primul rând, de *determinările genetice* şi, în al doilea rând, de cele *formative.* Exprimările în forme concrete sau mediat-con-crete, ori cele în forme abstracte sau mediat-abstracte sunt apanajul *spiritului narativ* din domeniile artei, ştiinţei şi filosofiei, respectiv al *spiritului creator* din aceleaşi domenii. Desigur, între spiritul pur narativ şi cel pur creator există o arie largă în care extremele se amestecă în proporţii diferite, în interiorul acesteia fiind cuprinşi cei mai mulţi dintre indivizii umani; este vorba aici nu de o distribuţie trimodală, ci de una unimodală. Având dimensiunea biologică deja constituită pentru un nivel optim de existenţă şi pe celelalte trei în formele lor incipiente, individul uman vine,

prin naştere, într-o lume în care cele patru *sfere* – biologică, psihologică, socială şi culturală – sunt preconstituite şi cu un anume nivel de dezvoltare condiţionată istoric. Integrarea într-o astfel de lume, ce stă la baza dezvoltării postnatale şi care se bazează pe principiul reflectării, va duce la dezvoltarea celor patru *dimensiuni* ale fiinţei umane individuale, astfel încât aceasta devine un „produs" ale cărui dimensiuni poartă amprenta gradului de complexitate – determinat istoric – al sferelor lumii în care a avut loc integrarea. Însă, integrarea nu este un simplu proces de reflectare actuală, ci unul doar bazat pe principiul reflectării. Constituirea şi dezvoltarea depozitului individual de informaţii conferă fiinţei umane posibilitatea integrării în prezentul trăit prin permanenta raportare la trecut şi prin permanenta anticipare a viitorului. Imaginea viitorului astfel construită poate revela fiinţei umane nu numai aspecte concordante cu lumea reala, ci şi aspecte discordante cu aceasta. Pe lângă faptul că această discordanţă devine o sursă de nemulţumiri interioare, ea se instituie şi ca o sursă de motivaţii pentru unele atitudini critice, precum şi ale unor acţiuni de corectare a lumii, de transformare a ei în sensul unei mai mari apropieri de specificul uman. În acest mod, fiinţa umană se dovedeşte a fi nu numai un produs al lumii în care trăieşte, ci şi un creator al ei. La rândul ei, lumea astfel schimbată, influenţează dezvoltarea fiinţei umane prin integrarea ei în noile circumstanţe, acest dinamism accentuându-se progresiv. Totul este ca viteza cu care se schimbă lumea să nu depăşească viteza cu care se pot realiza procesele integratoare, adaptative ale fiinţei umane, altfel preţul plătit de aceasta, mai cu seamă la nivelul dimensiunii sale psihologice, se dovedeşte prea mare în comparaţie cu avantajele dobândite din schimbarea lumii. Menţinerea echilibrului în această direcţie nu se poate realiza pe baza *bunului simt*, ci numai pe baza *raţiunii.* Schimbând lumea, prin îmbogăţirea conţinutului fiecărei sfere componente, fiinţa umană se schimbă, în fapt, pe sine şi, prin aceasta, ea devine *produsul propriei sale creaţii.* Cum, însă, schimbarea lumii este rodul raţiunii, fiinţa umană se dovedeşte a fi produsul complex rezultat din îmbinarea a două valori majore : aceea a *istoriei* lumii în care s-a format şi aceea a *gândirii proiective* prin care s-a transformat. Întrucât însăşi istoria lumii este rodul gândirii predecesorilor, fiinţa umană poate fi considerată ca un *produs raţional al Naturii*. Doar din această perspectivă şi în acest mod se poate afirma că omul nu reprezintă altceva decât acea parte a Naturii prin care aceasta se dovedeşte *conştientă* şi *responsabilă* de propria sa existenţă şi devenire. Lumea nu este numai un cadru în care fiinţa umană trebuie acceptată, ci şi un obiect de acceptare pentru aceasta. Acceptarea presupune, însă, criterii, iar criteriile – judecăţi de valoare. Încât, fiinţa umană nu are doar determinare istorică, ci şi *autodeterminare*. Ea se pune în acord cu lumea numai în măsură în care aceasta se dovedeşte conformă principiilor şi idealurilor specific umane, în caz contrar fiinţa umană purcede la schimbarea lumii în sensul *umanizării ei*. Astfel, fiinţa umană se dovedeşte a fi nu numai produsul, ci creatoarea lumii. Trăind şi evoluând într-o lume pe care, în mare măsură, singur a modelat-o, *omul devine, în fapt, produsul propriei sale creaţii.*

BIBLIOGRAFIE OBLIGATORIE

1. Stanciu C., *Introducere în psihofiziologie – Integrarea neuroendocrină,* Bucureşti, Editura Fundaţiei *România de Mâine,* 2000.
2. Stanciu C., *Teoria biochimic-ionică a excitabiliăţii*, Bucureşti, Editura Ştiinţifică, 1996.
3. Enăchescu C., *Neuropsihologie*, Editura Victor, Bucureşti, 1996.
4. Hayward S., *Biopsihologie,*Bucureşti, Editura Tehnică, 1999.
5. Delacour J., *Introducere în neuroştiinţele cognitive,* Editura Polirom, Iaşi, 2001.
6. Malim T., Birch A., Hayward S., *Psihologie comparată,* Bucureşti, Editura Tehnică, 2000.
7. Calvin W.H., *Cum gândeşte creierul,* Bucureşti, Editura Humanitas, 1998.

TESTE DE AUTOEVALUARE

____ 1. Pompa de Na-K are - direct sau indirect- următoarele roluri:
A.mecanism homeostazic
B.mecanism electrogen
C.mecanism de corectare a pH-ului citoplasmatic
D.mecanism de inchidere a canalelor ionice

____ 2. Amplitudinea potentialului de actiune este determinata de :
a. intensitatea excitantului
b. bruschetea aplicării excitantului
c. durata actiunii excitantului
d. valoarea potentialului de repaus

____ 3. Din punct de vedere functional, neuronii sint:
a. unipolari, bipolari, multipolari si pseudounipolari
b. colinergici, adrenergici, dopaminergici
c. senzitivi, intercalari (asociatie) si efectori
d. stelati, piramidali, sferici

____ 4. Circuitele reverberante sint implicate in:
A.mentinerea stării de veghe a scoartei cerebrale
B.trezirea scoartei, după starea de somn
C.memoria de scurta durata
D.mentinerea tonusului muscular

____ 5. Energia utilizata direct de neuron pentru secretia neuromesagerilor provine din:
a. oxidarea glucozei
b. oxidarea acizilor grasi
c. oxidarea aminoacizilor
d. adenozin-tri-fosfat

____ 6. Organitul celular specializat in furnizarea de energie metabolica este :

a. reticulul endoplasmatic neted
b. ergastoplasma
c. mitocondria
d. lizozomul

____ 7. Pompa de Na-K:
A.este un mecanism neconsumator de energie
B.scoate la exterior trei ioni K si aduce la interior doi ioni Na
C.aduce la interior doi ioni K si scoate la exterior trei ioni Na
D.se mai numeste si ATP-aza Na-K dependenta

____ 8. Potentialul de repaus al membranei neuronale:
A.are o valoare constanta in timp pentru un neuron dat
B.are o valoare variabila in timp, in limite relativ largi, functie de anumite circumstante
C.este generat de pompa de Na-K, a cărei stoichiometrie este de 3/2
D.determina valoarea excitabilitătii (pentru o membrana data)

____ 9. Modificările de excitabilitate (iradierea si concentrarea) in jurul focarului sint :
a. de aceeasi valoare pe toata zona afectata
b. mai mari in zonele mai indepartate de focar si mai mici in cele mai apropiate
c. mai mici in zonele mai indepartate de focar si mai mari in cele mai apropiate
d. aleatorii, ele nedepinzind de distanta fata de focar

____ 10. In cadrul unui arc reflex, aferentatia inversa indeplineste următoarele roluri :
A.conferă arcului calitatea de mecanism cu autoreglaj
B.face imposibila aparitia vreunei erori in răspunsul efectorului
C.conferă arcului calitatea de mecanism cu reglaj
D.face posibila interventia corectoare a centrului nervos in cazul in care răspunsul efectorului este mai mare sau mai mic fata de comanda primita.

____ 11. Arcurile reflexe, după numărul de sinapse, pot sa fie:
a. monosinaptice
b. polisinaptice
c. mono- si polisinaptice
d. asinaptice

____ 12. In prima etapa a realizării conditionării reflexe (pavloviene) contribuie:
a. iradierea excitabilitătii in cenrii nervosi
b. concentrarea excitabilităţii in centrii nervosi
c. iradierea si concentrarea excitabilităţii in centrii nervosi
d. exclusiv relatiile sinaptice

____ 13. Faptul ca sinapsa nu este o formatiune statica, ci una dinamica, sprijină:
A. procesul de memorare
B.procesul de invatare
C.modificarea vitezei de circulatie a semnalelor in circuitele neuronale
D.procesul de inhibitie

____ 14. Circuitele reverberante:
A.sint specifice formatiei reticulate
B.formeaza sistemul activator ascendent
C.formeaza sistemu activator descendent
D.asigura mentinerea atentiei

____ 15. Deschiderea canalelor ionice poate fi produsa prin:
A.sporirea fluidităţii fosfolipidelor membranare
B.deformarea mecanica a gurii externe a canalului ionic
C.reducerea valorii pH in lichidul de la fata externa a membranei
D.cresterea valorii pH in lichidul de la fata externa a membranei